



## Studi Evaluasi Mesin *Mollen Dryer* dalam Pembuatan Sari Buah Pisang Instan

Halomoan P. Siregar\*, Agus Triyono

UPT- Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI

Jl. Ks. Tubun 5 Subang 41213

Telp. 10260-411478, fax. 411239

E-mail : [halomoan2001@yahoo.com](mailto:halomoan2001@yahoo.com)

### Abstract

*Agricultural primer product especially horticultura product like fruits, many of them to be processed into powder instant product, besides to increase the sold value but also to raise the preservation of the product with the taste and fresh aromatic is still felt. For making instant product of fruit, it could be done by drying process in spray dryer or mollen dryer machine and etc. In this paper will be studied drying process of banana fruit instant by mollen dryer machine. The material to be dried consist of liquid mixing of banana and sugar with ratio of 40 : 60. Mollen dryer machine consist of rotating spherical drum and there is stirred blade in it, while energy source for drying process is hot air spouted on the surface of mixing liquid by blower and electric element. From drying process data shown that, the final moisture content gained was 3,8 – 4,5 % while the initial moisture content of 44 – 46 % within 7 – 8 hours long process. The solid mass of banana was 3 kg. The performance of the machine will be evaluated based on the terms of efficiency of energy using, specific moisture extraction rate (SMER) and economic aspect.*

**Keywords :** banana instant, dryer, performance

### Pendahuluan

Produk buah-buahan banyak dikonsumsi segar dari pohon, tetapi diketahui bahwa tidak selalu dapat diperoleh sepanjang tahun, karena musim berbuah ada batasnya. Oleh karena itu produk segar diolah menjadi bentuk buah dalam kalengan, buah dalam bentuk serbuk dan sebagainya. Tambahan lagi produk primer pertanian buah-buahan pada saat musimnya sering mengalami kelebihan tidak terserap pasar sehingga mengalami pembusukan, maka upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukanlah proses pengolahan selain meningkatkan nilai jual tetapi juga untuk meningkatkan keawetan produk tersebut dengan rasa dan aroma produk segar masih terasa. Salah satu bentuk olahan buah adalah bentuk produk serbuk instan. Untuk pembuatan produk instan buah-buahan dapat dilakukan dengan cara mengeringkan produk tersebut antara lain dengan mesin *spray dryer*, *mollen dryer* dan sebagainya.

Pada tulisan ini akan dipaparkan studi proses pengeringan sari buah pisang instan dengan mesin *mollen dryer*. Bahan yang akan dikeringkan terdiri dari cairan sari buah pisang dengan bahan tambahan (gula pasir) dengan perbandingan 40 : 60. Mesin *mollen dryer* terdiri dari wadah (silinder bulat) berputar dan berpengaduk, sedangkan sumber energi pemanas berupa udara dipanaskan lalu disemprotkan pada cairan sari buah pisang dengan menggunakan *blower*. Dalam pengujian mesin menunjukkan bahwa kadar air produk instan yang dapat dicapai adalah 3,8 – 4,2 % dari kadar air awal 44 – 46 % dalam tempo kurang lebih 7 – 8 jam dengan berat bahan

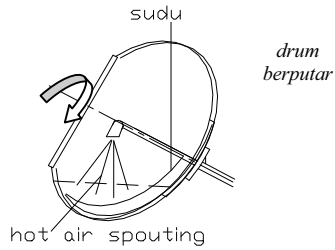
pisang 3 kg. Performansi *mollen dryer* dievaluasi berdasarkan data proses yang sudah diperoleh dan parameter yang digunakan adalah parameter efisiensi penggunaan energi, *specific moisture extraction rate* (SMER) dan aspek ekonomi akan ditinjau.

### Landasan Teori

Untuk mengeluarkan kandungan air dari suatu produk, maka digunakan salah satunya dengan cara memberikan energi panas. Mengenakan energi panas ini pada produk dapat disebut dengan proses pengeringan, tetapi dapat juga disebut dengan proses evaporasi/kristalisasi apabila misalnya produk tersebut berupa likuid.

Dalam hal kasus tulisan ini, produk yang dikenakan panas adalah campuran cairan buah pisang dan gula. Oleh karena itu sebenarnya lebih tepat disebut sebagai proses evaporasi, tetapi karena peralatan mesin yang digunakan dinamakan mesin *mollen dryer*, maka istilah yang digunakan adalah sebagai proses pengeringan.

Laju energi panas yang diberikan pada campuran cairan buah pisang dan gula, terjadi baik secara konveksi, konduksi maupun radiasi. Udara panas disemprotkan pada permukaan cairan dalam wadah *spherical drum* yang berputar dan berpengaduk (gambar 1).



**Gambar 1.** Skema pengering *mollen dryer*

Tipe pengering *mollen dryer* segi bentuk konstruksi adalah termasuk tipe pengering *agitated pan dryer*.

Kalkulasi dalam proses evaporasi larutan campuran pisang gula dilakukan dengan pendekatan kombinasi kesetimbangan massa and energi dengan prinsip perpindahan panas (Earle R. L., 1983).

#### **Energy Balance dan Performansi**

*Energy balance* dinyatakan sebagai :

Energi panas yang diberikan udara panas + energi blower = energi diterima larutan campuran ditambah dengan energi hilang,

$$Q_{in} + Q_b = Q_l + Q_{loss} \quad (1)$$

$$Q_L = m_l c_l (T_a - T_l) \quad (2)$$

*Heat transfer* diterima permukaan campuran larutan per satuan massa,

$$q_t = UA \Delta t \quad (3)$$

Performansi dari *dryer* akan bergantung pada besarnya *total power* terpasang, *moisture extraction rate* (*MER*) dan *specific moisture extraction rate* (*SMER*).

*Total power* dibutuhkan sistem peralatan *dryer* terdiri dari pemanas listrik untuk membangkitkan energi panas pada kondisi *steady state* ditambah dengan *power* dibutuhkan untuk menggerakkan *drum* silinder *spherical*,

$$W_{tot} = W_{El} + W_b + W_p \quad (4)$$

*MER* dinyatakan dengan jumlah air yang ter-evaporasi per satuan waktu, sedangkan *SMER* adalah jumlah air yang ter-evaporasi per satuan waktu dibandingkan dengan *total power* dikonsumsi atau terpasang,

$$SMER = \frac{m_i - m_f}{W_{tot}} \quad (5)$$

Jumlah dari air yang ter-evaporasi diperoleh dari kesetimbangan bahan.

Efisiensi *dryer* di-estimasi sebagai ratio energi dibutuhkan untuk menguapkan *moisture*/air dengan

*total input* energi panas yang disuplai ke *dryer* ([www.energymanagertraining.com](http://www.energymanagertraining.com), 2011).

$$\eta = \frac{Q_e}{Q_{in}} \quad (6)$$

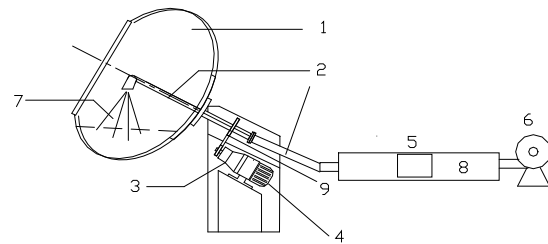
$$Q_e = MER \times h_{fg} \quad (7)$$

$$Q_{in} = C_{h-in} x (T_{in} - T_{amb}) \quad (8)$$

$$C_{h-in} = C_{pa} + h_{amb} x C_{pv} \quad (9)$$

#### **Metodologi**

##### **Sistem Peralatan Mesin**



**Gambar 2.** Skema sistem peralatan mesin *mollen dryer*

Keterangan gambar :

1. *drum* tempat likuid dikeringkan
2. saluran pipa udara panas
3. *reducer* putaran
4. motor listrik
5. elemen pemanas listrik
6. *blower*
7. semprotan udara panas
8. tabung udara panas
9. transmisi rantai dari *gear box* dan poros *drum* oval



**Gambar 3.** Konstruksi mesin *mollen dryer*

Tabel 1. Spesifikasi teknik *mollen dryer*

Parameter	Besaran
Power motor penggerak drum	5 kW
Putaran drum	60 – 75 rpm
Power motor penggerak Blower	0,25 kW
Elemen listrik	2,0 kW
Kapasitas blower	50 m <sup>3</sup> /jam

### Bahan Proses

Bahan proses terdiri dari buah pisang ditimbang dahulu baru kemudian dihancurkan dan dihaluskan (*blender*) ditambah larutan gula. Perbandingan bahan pisang dengan gula adalah 40 : 60. Kadar air awal bahan 44 – 46 % dan kadar air akhir 3,8 – 4,2 %. Berat buah pisang yang diproses 3 kg.

Mekanisme kerja *mollen dryer* sebagai berikut :

Bahan yang akan dikeringkan dimasukkan ke dalam *drum* bentuk silinder *oval* yang dapat berputar pada porosnya, dimana pada bagian dalam terdapat sirip/sudu tetap pengaduk/penggerus campuran larutan yang akan dikeringkan serta menggerus lapisan larutan yang menempel pada dinding dan dari bagian atas di dalam wadah terdapat semprotan udara panas ke permukaan campuran larutan secara langsung pada jarak kurang lebih 20 – 25 cm, sehingga larutan menjadi panas dan menguap. Selain itu juga larutan yang menempel pada dinding *drum* dan akan terpanaskan oleh suhu ruang *drum*.

### Proses Pengujian

Pada proses pengujian diambil data antara lain :

- Temperatur ruang di dalam *drum*
- Temperatur larutan
- Temperatur udara panas keluar dari mulut semprotan
- Lama proses
- Penimbangan bahan awal dan akhir
- Kadar air awal bahan dan akhir
- Putaran *drum*
- Kondisi udara *ambient*

### Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dalam tulisan ini akan ditinjau dari segi pencapaian performansi *dryer*. Dan capaian performansi ini akan dibandingkan dengan jenis *dryer* lainnya. Performansi akan berkaitan langsung dengan biaya operasional mesin.

### Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian seperti dalam tabel berikut ini (tabel 2, tabel 3) :

Tabel 2. Data pengukuran dan perhitungan

Parameter	Besaran
Temperatur ruang <i>drum</i>	65 °C
Temperatur larutan	50 – 55 °C
Temperatur <i>air spouting</i>	110 – 115 °C
Lama proses	7 – 8 jam
Kadar air awal bahan	44 – 46 %
Kadar air akhir bahan	3,8 – 4,2 %
Berat bahan awal	7,5 kg
Berat bahan akhir	4,3 kg
Putaran <i>drum</i>	60 – 65 rpm
Kondisi udara <i>ambient</i>	28 – 34 °C
MER	3,2 kg
SMER	0,06 kg/kWh
Efisiensi <i>dryer</i>	10 %

Nilai MER dan SMER pada tabel 2 diatas masing-masing 3,2 kg dan 0,06 kg/kWh. Energi 1 kWh hanya dapat menguapkan 0.06 kg air atau 60 gram. Nilai tersebut tergolong rendah, relatif jauh dibawah rentang normal *dryer* yang menggunakan udara panas (*hot air*) sebagai media pemanas, seperti nilai pada tabel 3 yaitu dalam rentang (0.12- 1,2). Demikian juga nilai efisiensi lebih kurang 10 %, menggambarkan rendahnya pemanfaatan energi panas.

### Aspek Ekonomi

Sebagai perbandingan dengan jenis *dryer* lainnya, dari aspek ekonomi bahwa *mollen dryer* dari segi biaya modal maupun biaya operasional tergolong tinggi (tabel 3). Biaya modal pengadaan peralatan ini diprediksi kurang lebih Rp 40 juta - Rp50 juta, khususnya bagi usaha kecil menengah (UKM) akan memberatkan, ditambah lagi capaian performansinya yang rendah sehingga biaya operasional tinggi. Apabila harga per kWh Rp 1500,-, maka untuk menguapkan 1 kg air dibutuhkan biaya Rp 25.000, maka penggunaan mesin *mollen dryer* ini tidak menguntungkan.

Tabel 3. Perbandingan *mollen dryer* dengan jenis *dryer* lainnya, (Chua K.J dkk., 2003)\*\*

Parameter	<i>Mollen dryer</i>	<i>hot air dryer</i> **	<i>Vacum dryer</i> **	HPD**
SMER(kg/kWh)	0,06	0,12-1,28	0,72-1,2	1,0-4,0
Efisiensi <i>dryer</i> (%)	10	35-40	≤ 70	95
Operating temp (°C)	65-110	40-90	30-60	10-65
Operating % RH	variable	variable	low	10-65
Capital cost	high	low	high	
<i>moderate</i>				
Running cost	high	high	very high	low

## Kesimpulan

- Performansi mesin *mollen dryer* cukup rendah ditandai dengan nilai *SMER* 0,06 kg/kWh, dimana angka normal *dryer* sejenis yang paling rendah adalah 0,12 – 1,2 kg/kWh. Demikian juga angka efisiensi termalnya hanya mencapai kurang lebih 10 %, menandakan pemanfaatan energi panas cukup rendah.
- Penggunaan mesin *mollen dryer* tidak menguntungkan, karena baik biaya modal pengadaan mesin maupun biaya operasional tinggi, di-indikasikan dengan efisiensi *dryer* hanya 10 % dan nilai *SMER* 0,06 kg/kWh, atau dibutuhkan biaya Rp 25.000 untuk menguapkan 1 kg air.

## Daftar Notasi

$m_l$	= massa awal larutan, kg
$m_f$	= massa akhir larutan, kg
$c_l$	= panas jenis larutan, J/kg.K
$c_a$	= panas jenis udara, J/kg.K
$Q_{in}$	= energi diberikan udara panas, kJ
$Q_l$	= energi diterima larutan, kJ
$Q_{loss}$	= energi hilang, kJ
$Q_b$	= energi diberikan blower, kJ
$Q_e$	= energi evaporasi, kJ
$U$	= overall coefficient, $\text{kJ/m}^2\text{-h-}^\circ\text{C}$
$A$	= heat transfer area, $\text{m}^2$
$\Delta t$	= temperature difference, $^\circ\text{C}$
$T_a$	= temperatur udara panas, $^\circ\text{C}$
$T_l$	= temperatur larutan, $^\circ\text{C}$
$T_{in}$	= temperatur udara masuk <i>dryer</i> , $^\circ\text{C}$
$T_{amb}$	= temperatur udara <i>ambient</i> , $^\circ\text{C}$
$\dot{V}$	= kapasitas blower, $\text{m}^3/\text{jam}$
$q_t$	= heat transfer per unit massa padat, kJ/kg
$W_{tot}$	= total power, kW
$W_{el}$	= power elemen listrik, kW
$W_b$	= power blower, kW

$W_p$  = power penggerak, kW

$\eta$  = efisiensi *dryer*, -

$h_{fg}$  = latent heat air, kJ/kg

$C_{h-in}$  = sp.h. of humid air entering the *dryer*, kJ/kgC

$h_{amb}$  = humidity ambient air, kg/kg dry air

$C_{pv}$  = sp.h. of water vapour = 1,88 kJ/kgC

## Daftar Pustaka

- Chua K. J., Chou S. K., 2003, Heat Pump Technology, Regional Workshop on Drying Technology, 3<sup>rd</sup> Seminar and Workshop, Asean SCNCER, Bogor – Indonesia.
- Earle R. L., 1983, *Unit Operations in Food Processing*, 2<sup>nd</sup> ed., Pergamon Press, New York.
- Mc. Cabe W.L., Smith J.C., Harriot P., 1993, *Unit Operations of Chemical Engineering*, 5<sup>th</sup> ed., McGraw Hill, Singapore.
- Williams-Gardner A., 1977, *Industrial Drying*, Gulf Publishing Company, Houston Texas.

## Daftar Pustaka

- Chua K. J., Chou S. K., 2003, Heat Pump Technology, Regional Workshop on Drying Technology, 3<sup>rd</sup> Seminar and Workshop, Asean SCNCER, Bogor – Indonesia.
- Earle R. L., 1983, *Unit Operations in Food Processing*, 2<sup>nd</sup> ed., Pergamon Press, New York.
- Mc. Cabe W.L., Smith J.C., Harriot P., 1993, *Unit Operations of Chemical Engineering*, 5<sup>th</sup> ed., McGraw Hill, Singapore.
- Williams-Gardner A., 1977, *Industrial Drying*, Gulf Publishing Company, Houston Texas.
- ....., 2011, *Dryer*, [www.energymanagertraining.com](http://www.energymanagertraining.com), 28 Januari 2011